

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WIGBL S. 175).

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
26. NOVEMBER 1953

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTCHRIFT

Nr. 898 100

KLASSE 46f GRUPPE 401

V 1880 Ia/46f

Dr.-Ing. Heinrich Vorkauf, Berlin-Schmargendorf
ist als Erfinder genannt worden

Dr.-Ing. Heinrich Vorkauf, Berlin-Schmargendorf

Gekühlter Gasturbinenläufer

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 13. August 1942 an
Der Zeitraum vom 8. Mai 1945 bis einschließlich 7. Mai 1950 wird auf die Patentdauer nicht angerechnet
(Ges. v. 15. 7. 51)

Patentanmeldung bekanntgemacht am 12. März 1953

Patenterteilung bekanntgemacht am 15. Oktober 1953

Die vorliegende Erfindung hat eine Gasturbine zum Gegenstand, deren Läufer und Beschaufelung mittels einer Flüssigkeit gekühlt werden soll. Da die Kühlflüssigkeit der Fliehkraft unterliegt und die von der Kühlflüssigkeit aufgenommene Wärme gegebenenfalls zur Erzeugung von hochgespanntem Dampf nutzbar gemacht werden soll, müssen die Räume zur Aufnahme des Kühlmittels druckfest sein. Die Ausbildung des Läufers als reiner Trommelläufer hat den Nachteil einer sehr hohen zusätzlichen Beanspruchung durch den Innendruck. Auch ist es kaum möglich, Teile der Beschaufelung bei Beschädigung auszuwechseln. Bei reinen Scheibenläufern dagegen macht die Zu- und Ableitung des Kühlmittels insbesondere zu und von den Schau-

feln große Schwierigkeiten, weil hier eine Bearbeitung von innen her kaum möglich ist. Die Herstellung solcher gekühlten Scheiben mit am Außenumfang befestigten gleichfalls gekühlten Schaufeln ist daher sehr erschwert.

Erfindungsgemäß wird nun vorgeschlagen, den Läufer aus ring- und scheibenförmigen Körpern herzustellen, die druckfeste Hohlräume zur Aufnahme des Kühlmittels umschließen und die ringförmigen, als Schaufelträger ausgebildeten Körper in den scheibenförmigen Körpern zu lagern. Die ringförmige Ausbildung des Schaufelträgers gestattet allseitige Bearbeitung, insbesondere von innen und eine zweckmäßige Ausbildung der Kühlräume. Diese können verhältnismäßig klein sein,

so daß auch die Beanspruchung durch Innendruck nur gering ist. Durch Lagerung der ringförmigen Schaufelträger in Scheiben wird die äußere Beanspruchung durch Fliehkraft gemindert, da die Scheiben, die entsprechend kräftig ausgebildet sein müssen, den größten Teil der angreifenden Fliehkkräfte aufnehmen. Der Schaufelträger kann aus mehreren zwischen Scheiben gelagerten Ringen bestehen. Bei Beschädigung der Schaufel ist die Auswechselung eines solchen Ringes verhältnismäßig einfach. Unter Umständen kann es auch zweckmäßig sein, den Schaufelträger nur aus einem entsprechend breiten Ringstück gegebenenfalls durch Verschweißung mehrerer Ringe herzustellen, wenn es weniger darauf ankommt, einzelne Schaufelringe auswechseln zu können. In einem solchen Falle können auch die Scheiben zu einem Körper zusammengefaßt werden, so daß der Läufer dann nur noch aus zwei auseinandernehmbaren Teilen besteht. Entsprechend der Beheizung des Läufers von außen müssen auch die Hohlräume für das Kühlmittel am Außenumfang angeordnet sein. Soweit der äußere Umfang von den ringförmigen Schaufelträgern und den Scheiben gebildet wird, müssen auch beide Hohlräume für das Kühlmittel enthalten. Wird der Umfang des Läufers nur an den Ringen des Schaufelträgers gebildet, so ist es nicht notwendig, auch noch die Scheiben zu kühlen, da diese nicht mehr unmittelbar beheizt werden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß durch entsprechend gebohrte Scheiben das Kühlmittel zu den Schaufelträgern zu- und abgeleitet wird. Neben den schon erwähnten Vorteilen, die durch vorliegende Erfindung erzielt werden, muß besonders auf die große Nachgiebigkeit der beheizten Teile nach allen Richtungen hingewiesen werden. Sowohl in axialer Richtung als auch in radialer Richtung besteht für jedes einzelne Teil Dehnungsmöglichkeit, wenn es z. B. höhere Temperatur als die anderen Teile annimmt.

Die Erfindung ist an Hand der Abb. 1 bis 8 näher erläutert.

Die Abb. 1 zeigt eine Gasturbine mit gekühltem Läufer nach der Erfindung. Auf der Turbinenwelle 1 sitzen Scheiben 2. Zwischen den Scheiben 2 sind Ringe 3 eingespannt, die die Beschaukelung 4 tragen. Die Scheibenköpfe 5 sind so ausgebildet, daß sie nach beiden Seiten vorspringende Ränder der Ringe 3 übergreifen. Der Außenumfang des Läufers wird bei dieser Anordnung abwechselnd durch aneinandergedrückte Scheiben 2 und Ringe 3 gebildet. Zur Kühlung des Außenumfangs ist es daher erforderlich, daß außer den Ringen 3 auch die Scheiben gekühlt werden. In den Ringen 3 sind daher zur Aufnahme des Kühlmittels Hohlräume 6 und in den Scheiben Hohlräume 7 vorgesehen. Das Kühlmittel tritt durch die Wellenbohrung 8 in den Läufer ein und wird dann über Verbindungsröhrchen 9, die noch etwas in die Hohlräume 6 und 7 der Scheiben 2 und Ringe 3 vorstehen, an die Außenwandung des Läufers geschleudert. In der oberen Hälfte der Abbildung ist die Kühlmittelzufuhr dargestellt. Die untere Hälfte zeigt die Ab-

leitung des erzeugten Dampfes aus den Hohlräumen 6 und 7 über die Bohrungen 10 und Röhrchen 11 zur Hohlwelle 1, von wo aus der Dampf einer nicht gezeigten Verbraucherstelle zugeführt werden kann. Durch das in die Hohlwelle 1 eingeschraubte Hohlwellenstück 12 werden auch die Scheiben 2 und Ringe 3 fest aneinandergedreht. Die Verbrennung der Treibstoffe mag unter Überdruck in dem Ringraum 13 erfolgen, von wo aus die Gase die Beschaukelung durchströmen. Mit 14 wird die Leitschaukel und mit 15 das Gehäuse der Turbine bezeichnet. Bei dem dargestellten Beispiel sind die Scheiben zum Halten der Schaufelträger und die Scheibe, die die Kühlkörper am Feuerraum trägt, verschiedenartig ausgebildet. Es können jedoch auch alle Scheiben völlig gleichartig sein. Gegebenenfalls können dann bei dem im Feuerraum liegenden Teil zwischen den Scheiben Kühlringe eingesetzt werden, die keine Schaufel tragen. Diese gleichartige Ausbildung der Scheiben ist ein besonderer Vorteil der Erfindung.

Der Aufbau des gesamten Läufers bei der Ausführung nach Abb. 1 kann z. B. ausgehend von der rechten Scheibe aus erfolgen. Es wird dann der erste Ringkörper aufgesetzt und die Verbindungsleitungen zu den Scheibenhohlräumen und den Ringhohlräumen angeschlossen, dann baut man die nächste Scheibe auf usw.

Die Abb. 2 zeigt Zu- und Ableitung des Kühlmittels zu bzw. von dem Hohlraum 6 des ringförmigen Schaufelträgers 3 durch den scheibenförmigen Körper 2. In diesem Falle ist je ein Ring 3 auf einer Seite mit einer Scheibe 2 fest verbunden, beispielsweise durch Schweißung, während auf der anderen Seite der Ring ohne feste Verbindung in der benachbarten gelagert ist. Von dem Hohlraum 6 führen Bohrungen 16 in die Schaufel, durch die vom Raum 6 her ebenfalls Kühlwasser fließt. Durch die Umdrehung des Läufers wird das schwerere Wasser ständig nach außen geschleudert und der am Außenumfang und in den Schaufeln gebildete Dampf nach innen abgedrängt, so daß die am stärksten beheizten Teile des Läufers am intensivsten gekühlt werden.

Die Abb. 3 zeigt eine andere Form des Erfindungsgedankens. Hier wird der Außenumfang des Läufers nur durch aneinandergesetzte Ringe 3 gebildet, die nach der Achse zu mit Aussparungen versehen sind, in die der vorspringende Rand der Scheiben 2 eingreift. Da die Scheibe 2 hinter den Ringen 3 liegt, braucht sie nicht gekühlt zu werden. Hohlräume 6 für das Kühlmittel sind daher auch nur für die Schaufelträger 3 vorzusehen.

Ein anderes Beispiel für die Erfindung ist in Abb. 4 dargestellt. Ähnlich wie in den vorhergehenden Beispielen sind auch hier die ringförmigen Schaufelträger 3 wieder in den Scheiben 2 gelagert. Beiderseits der Schaufelträger 3 sind Ansätze 17 vorhanden. Diese Ansätze zweier benachbarter Schaufelträger 3 werden nach der Montage des Läufers miteinander verschweißt. Hiendurch entstehen in sich geschlossene Hohlräume 18, die durch die Schaufelträger 3 und die Scheiben 2 um-

grenzt werden. Die Ansätze 17, die die äußere Begrenzung der Hohlräume 18 bilden, werden im wesentlichen nur durch den Innendruck beansprucht und können, da die Hohlräume 18 klein sind, verhältnismäßig dünnwandig sein. Die Kühlmittelzufuhr zu den Hohlräumen 18 kann über die Wellenbohrung 8 und Verbindungsrohre 9 zu dem ersten Hohlraum 18 erfolgen und von hier aus durch Bohrungen 19 in den Schaufelträgern 3 zu den übrigen Hohlräumen 18. Der entstandene Dampf kann in ähnlicher Weise von dem letzten Hohlraum über Rohre 11 und Wellenbohrung 20 abgeleitet werden. Es ist zweckmäßig, durch eine zweite, weiter nach innen liegende Bohrung 21 in den Schaufelträgern 3 das Überströmen von Dampf von dem ersten bis zum letzten Hohlraum zu erleichtern. Bei Auswechselung einzelner Schaufelträger 3 werden die Ansätze 17 wieder aufgeschnitten, so daß die einzelnen Scheiben und Schaufelträger einzeln abgezogen werden können.

Die Ableitung des Dampfes könnte auch von den Kühlräumen direkt radial zur Welle erfolgen, und zwar durch die Räume, die zwischen je zwei Scheiben liegen. Um die Ringbleche 17 von den dann entstehenden größeren Kräften durch Innendruck zu entlasten, ist es dann zweckmäßig, die Ringkörper 3 mit den sie übergreifenden Scheiben kraftschlüssig zu verbinden, z. B. durch Gewinde zwischen beiden oder durch Aufschrupfen usw.

Die Abb. 5 und 6 zeigen ein Beispiel, bei dem die Scheiben durch einen trommelförmigen Körper 22 ersetzt sind. Dieser Körper 22 ist mit Längsnuten 23 und Ringnuten 24 ausgerüstet. Diese Längs- und Ringnuten dienen zum Einsetzen der ringförmigen Schaufelträger 3. Die Schaufelträger 3 sind mit Ansätzen 25 versehen, die dem Profil der Längsnuten 23 angepaßt sind. Beim Aufschieben der Schaufelträger 3 gleiten die Ansätze 25 in den Längsnuten 23 entlang. Für jeden Schaufelträger 3 ist eine Ringnut 24 vorgesehen. Durch Drehung des Schaufelträgers 3 greifen die Ansätze 25 in Aussparungen der Ringnut 24 ein. Auf diese Weise werden alle Schaufelträger in den trommelförmigen Körper 22 eingesetzt und gehalten. Ähnlich wie in dem vorhergehenden Beispiel tragen die Schaufelträger 3 in geringem Abstand von dem Trommelkörper 22 Blechansätze 26. Durch Verschweißung dieser Bleche 26 entstehen wiederum Hohlräume 27 zur Aufnahme des Kühlmittels. Es ist zweckmäßig, die Bleche 26 zur Erhöhung der Druckfestigkeit zu wölben.

In dem Beispiel nach Abb. 7 wird der Schaufelträger 28 als Ganzes in den Trommelkörper 29 eingesetzt. Der Schaufelträger 28 kann durch Verschweißen mehrerer Ringe gebildet werden oder auch aus einem Stück gearbeitet sein. Gehalten wird der Schaufelträger durch stufenartiges Eingreifen der Ringe in entsprechende Stufen des Trommelkörpers. Beide schließen Hohlräume 30 zur Aufnahme des Kühlmittels ein.

Eine ähnliche Ausbildung des Läufers zeigt auch Abb. 8. Auch hier wird der Schaufelträger 28 durch stufenartiges Eingreifen in den Trommel-

körper 29 gehalten; nur wird in diesem Falle der Schaufelträger 28 in zwei Teilen von beiden Seiten auf den Trommelkörper 29 aufgeschoben, und dann werden beide Teile miteinander verschweißt. Die Hohlräume 30 dienen auch in diesem Falle zur Aufnahme des Kühlmittels. Elastische Bleche 31, die zur Erhöhung der Druckfestigkeit auch gewölbt sein können, schließen die Hohlräume 30 zwischen den Schaufelträgern 28 und Trommelkörper 29 dicht ab.

In allen Fällen ist es vorteilhaft, die Kühlung des Läufers nach dem Drehkesselprinzip arbeiten zu lassen, nachdem das Kühlmittel ohne besondere Pumpe dem Läufer nahezu drucklos zugeführt wird. Durch Schleuderung einer nach außen an den Umfang führenden Wassersäule wird das Kühlmittel auf Druck gebracht, der annähernd dem Druck des erzeugten Dampfes entspricht und diesem das Gleichgewicht hält.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Läufer für Gasturbinen mit Verdampfungskühlung unter Überdruck, dadurch gekennzeichnet, daß der Läufer aus ring- und scheibenförmigen, druckfeste Kühlräume umschließenden Körpern zusammengesetzt ist, derart, daß die ringförmigen, zwischen den tragenden scheibenförmigen Körpern eingespannten Teile als Schaufelträger ausgebildet sind und die druckfesten Kühlräume die scheibenartigen Körper gegen Wärmeeinwirkung vom Umfang her abschirmen.

2. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Schaufelträger beiderseits in Scheiben gelagert sind.

3. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Schaufelträger am Außenumfang Kühlräume enthalten.

4. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheiben, die die ringförmigen Schaufelträger halten, am Außenumfang Kühlräume enthalten.

5. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Kühlräume in den Ring- und Scheibenkörpern getrennte Zuleitungen für die Kühlfüssigkeit vorgesehen sind.

6. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlräume der ringförmigen Schaufelträger untereinander bzw. mit den Kühlräumen der Scheiben durch Bohrungen am Umfang in Verbindung stehen.

7. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß nur jeweils ein ringförmiger Schaufelträger mit nur einer Scheibe verbunden ist.

8. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlräume durch

die Schaufelträger und die Scheiben gemeinsam gebildet sind.

5 9. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufelträger in nur einer entsprechend breiten und mit Längs- und Ringnuten versehenen Scheibe gelagert sind.

10. Gasturbinenläufer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaufelträger

aus einem Stück mit mehreren Schaufelreihen 10 besteht und stufenartig in einer gleichfalls gestuften Scheibe eingreift.

Angezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschriften Nr. 712 859, 675 222, 15.
629 556;
französische Patentschrift Nr. 840 303.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

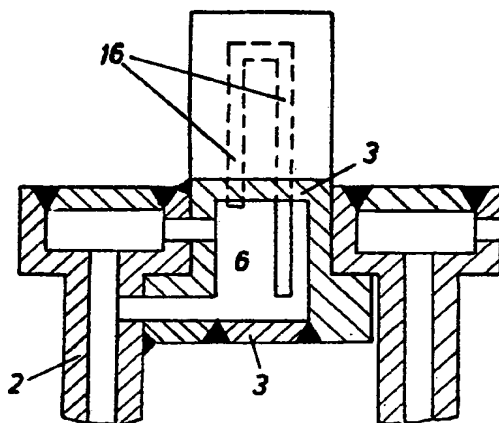
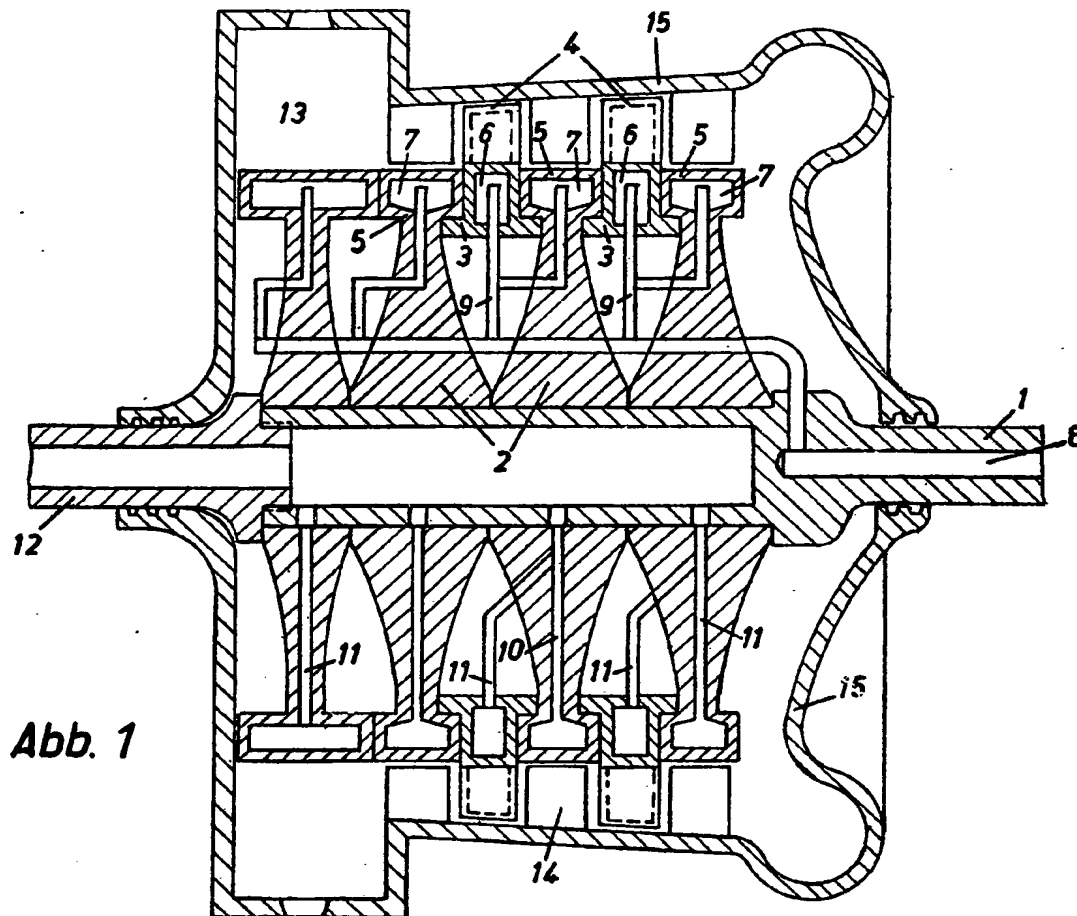


Abb. 2

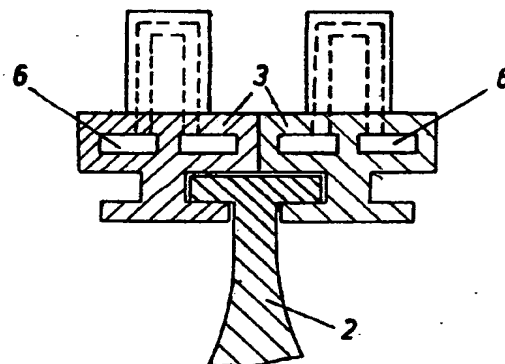


Abb. 3

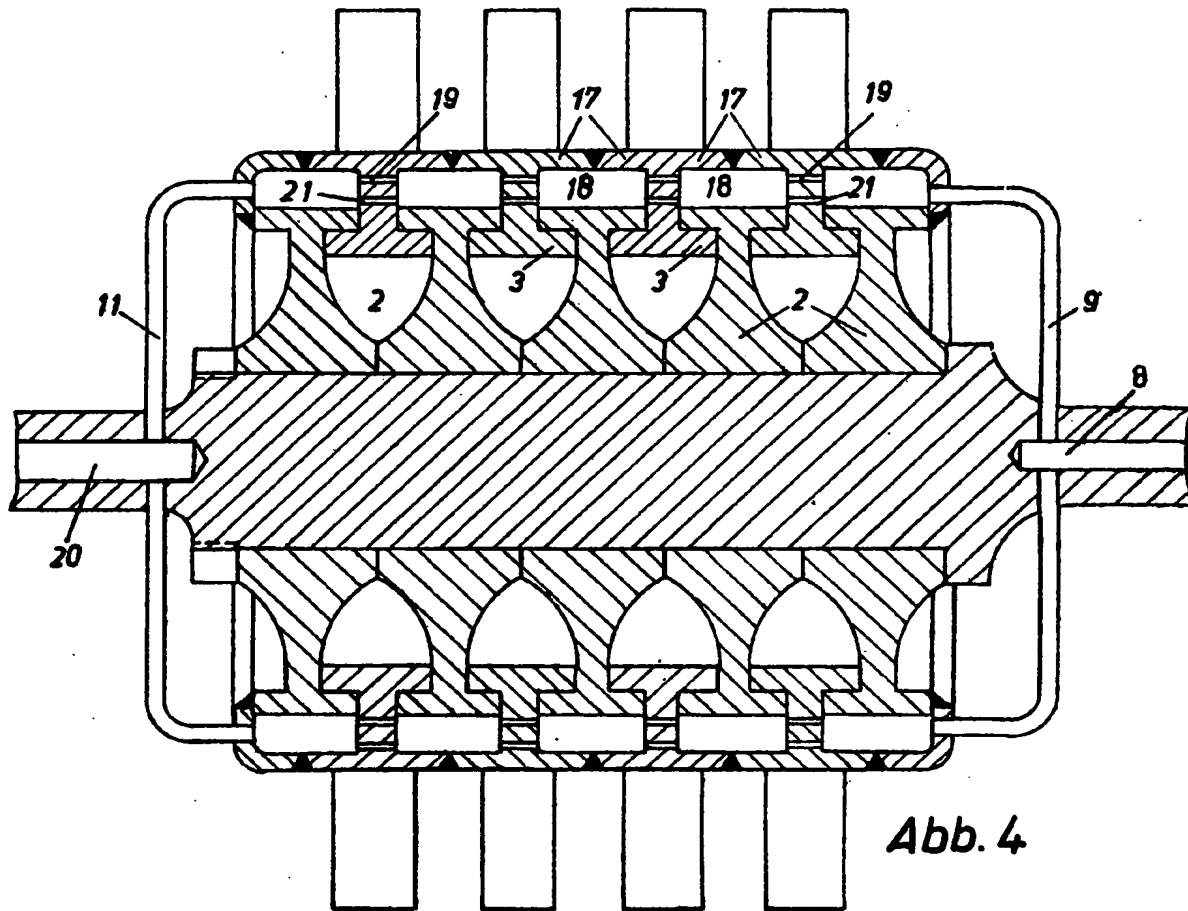


Abb. 4

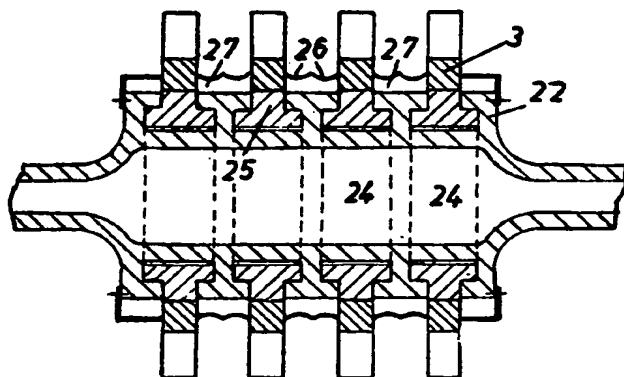


Abb. 5

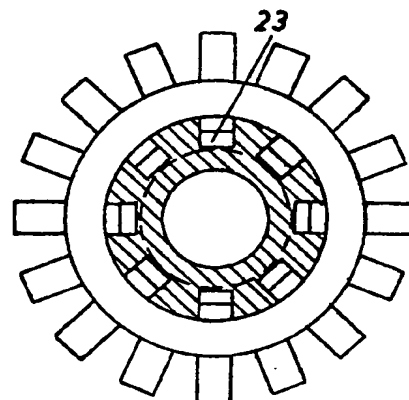


Abb. 6

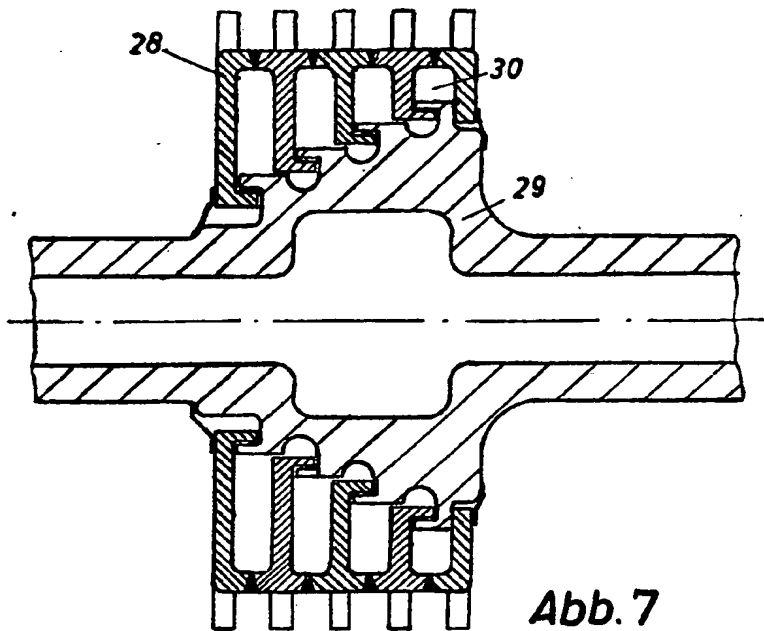


Abb. 7

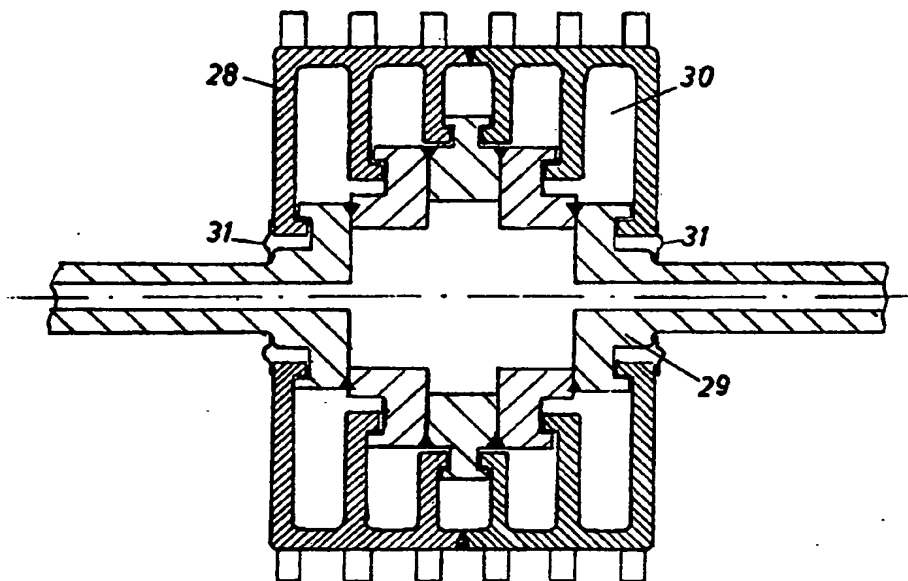


Abb. 8